





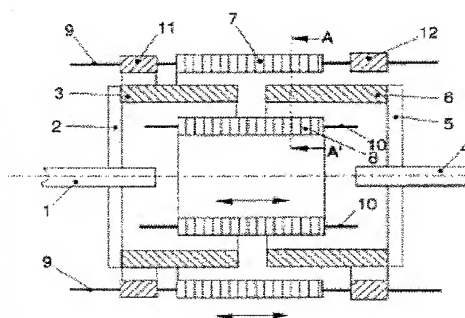


**Generator-motor combination****Publication number:** EP1111762**Publication date:** 2001-06-27**Inventor:** WARMERS HEINRICH DR-ING (DE)**Applicant:** VOLKSWAGEN AG (DE)**Classification:****- international:** H02K16/00; H02K51/00; B60K6/04; H02K16/00;  
H02K51/00; B60K6/00; (IPC1-7): H02K51/00; B60K6/04;  
H02K16/00**- European:** H02K16/00; H02K51/00**Application number:** EP20000123471 20001107**Priority number(s):** DE19991060168 19991214**Also published as:** EP1111762 (A3)  
 DE19960168 (A1)  
 EP1111762 (B1)**Cited documents:** DE4408719  
 DE19754264  
 DE19704271[Report a data error here](#)**Abstract of EP1111762**

The arrangement has a generator rotor (2) attached to an input shaft (1) and permanent magnets (3) mounted on the generator rotor, a motor rotor (5) on an output shaft (4) with motor permanent magnets (6) mounted on the motor rotor and a first stator (8) with at least one winding. The first stator is moves axially within the generator and motor rotors. A second stator (7) with at least one stator winding moves axially outside the rotors. Independent claims are also included for the following: the use of a generator-motor combination as an electromagnetic torque converter for a motor vehicle.

**FIG. 1**Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 111 762 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
27.06.2001 Patentblatt 2001/26

(51) Int Cl.7: H02K 51/00, H02K 16/00,  
B60K 6/04

(21) Anmeldenummer: 00123471.5

(22) Anmeldetag: 07.11.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: Volkswagen Aktiengesellschaft  
38436 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder: Warmers, Heinrich, Dr.-Ing.  
28844 Weyhe (DE)

(30) Priorität: 14.12.1999 DE 19960168

## (54) Generator-Motor-Kombination

(57) Eine insbesondere als elektromagnetischer Drehmomentwandler im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs nutzbare Generator-Motor-Kombination umfaßt einen an einer Eingangswelle (1) befestigten Generator-Rotor (2) und einen an einer Ausgangswelle (4) befestigten Motor-Rotor (5). Innerhalb und außerhalb der beiden Rotoren (2,5) sind zwei Statorn (7,8) angeord-

net, wodurch die Permanentmagnete (3,6) der Rotoren (2,5) doppelt genutzt werden, so daß die Verlustleistung reduziert werden kann. Beide Statorn (7,8) sind unabhängig voneinander axial verschiebbar, so daß durch entsprechendes Verschieben der Statorn (7,8) unterschiedliche Betriebsarten des Drehmomentwandlers eingestellt werden können.

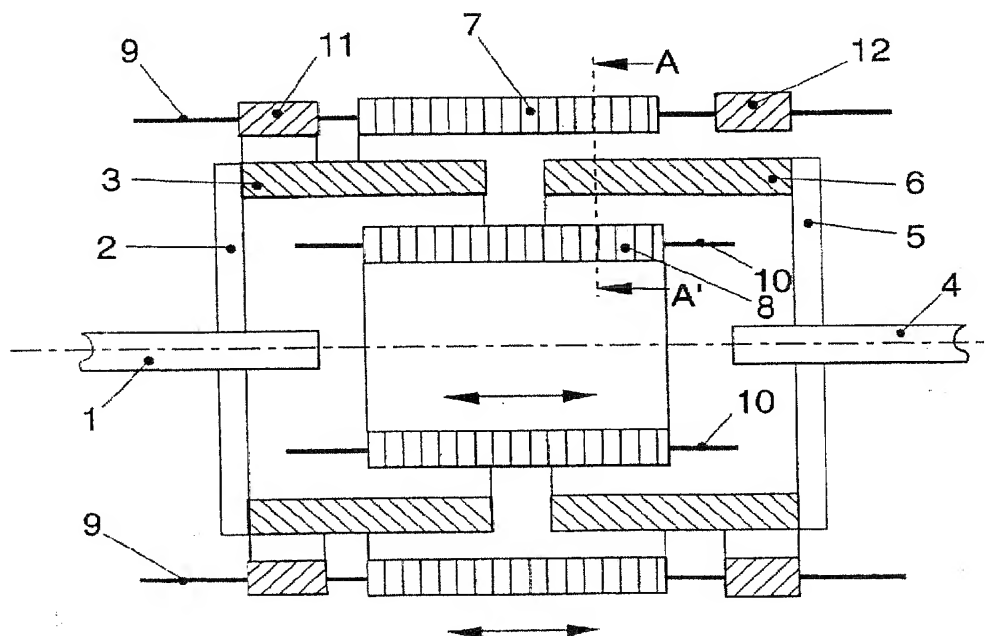


FIG. 1

Vorlage	Ablage	D 2820
Haupttermin		
Eing.: 22. MRZ 2005		
PA. Dr. Peter Riebling		
Bearb.:	Vorgelegt.	

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Generator-Motor-Kombination nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, welche insbesondere als elektromagnetischer Drehmomentwandler für ein Kraftfahrzeug verwendbar ist.

[0002] Die Nutzung eines elektromagnetischen Drehmomentwandlers im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs ist im allgemeinen mit verschiedenen technischen und ökonomischen Problemen verbunden.

[0003] So ist beispielsweise die Nutzung zweier getrennter elektrischer Maschinen, nämlich eines Generators und eines Antriebsmotors, mit Nachteilen hinsichtlich des Wirkungsgrads, des Bauvolumens, des Gewichts und der anfallenden Kosten verbunden, so daß sich die Nutzung zweier getrennter elektrischer Maschinen bisher nicht durchsetzen konnte.

[0004] Daher wurde in der DE 44 08 719 C1 der Anmelderin eine Generator-Motor-Kombination nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 vorgeschlagen, wobei in einem Gehäuse ein gemeinsamer Stator für einen Generator-Rotor und einen (Elektro)Motor-Rotor vorgesehen ist. Der Stator ist innerhalb der beiden hohlzylindrischen Rotoren axial verschiebbar gelagert. Die Statorwicklung des Stators wird abhängig von der relativen Lage der Permanentmagnete der beiden Rotoren geschaltet, um eine kontinuierliche Drehmomentübertragung von dem Generator-Rotor auf den Motor-Rotor sicherzustellen. Durch axiales Verschieben des Stators kann die Drehzahl und das auf die mit dem Motor-Rotor verbundene Ausgangswelle übertragbare Abtriebsdrehmoment eingestellt werden, da dadurch die im Generator- bzw. Motor-Rotor wirksame Leiterlänge der Statorwicklung entsprechend verändert wird. Wird der Stator zu dem Motor-Rotor hin verschoben, erhöht sich das abtriebsseitige Drehmoment und die Abtriebsdrehzahl geht zurück. Wird der Stator hingegen zu dem Generator-Rotor hin verschoben, nimmt die Abtriebsdrehzahl an der Ausgangswelle zu, während das Abtriebsdrehmoment verringert wird. Diese Generator-Motor-Kombination kann somit in Kraftfahrzeugen als elektromagnetischer Drehmomentwandler oder elektromagnetisches Getriebe verwendet werden.

[0005] Das in der DE 44 08 719 C1 beschriebene Prinzip ist gegenüber der Verwendung von zwei getrennten elektrischen Maschinen hinsichtlich des Bauvolumens und des Gewichts vorteilhaft. Dennoch ist die in der DE 44 08 719 C1 beschriebene Generator-Motor-Kombination mit verschiedenen Nachteilen verbunden. Da eine Reihenschaltung zwischen dem eingangsseitigen Generator-Rotor und dem ausgangsseitigen Motor-Rotor vorliegt, ist die Stromflußzeit und damit die Zeit der Drehmomentenübertragung in Wirkrichtung auf theoretisch maximal 50% beschränkt. In der Praxis wird sich die Stromflußzeit sogar weiter vermindern. Die Stromsumme der Teilwicklungen entspricht nicht dem Wert Null, wie es beispielsweise bei Drehfeldmaschinen

der Fall ist, was zusätzliche Eisenverluste zur Folge hat. Des weiteren ergeben sich insbesondere bei der Übertragung von hohen Drehmomenten Probleme, da das übertragbare Drehmoment von dem Mittelwert des Strombelags proportional abhängig ist, während die ohmschen Verluste zu dem Effektivwert des Stromes proportional sind. Der Strombelag ist deutlich höher als bei üblichen Maschinenprinzipien, was jedoch zu Kühlproblemen führt. Darüber hinaus ist zu beachten, daß ein nahezu rechteckimpulsförmiger Stromverlauf erforderlich ist, um einen hohen Strommittelwert zu erzielen. Der hohe Oberwellenanteil eines derartigen Stromverlaufs und die hohe Anzahl der hierzu erforderlichen steilflankigen Schaltvorgänge erzeugen Wirbelstromverluste.

[0006] In der GB 2 307 109 A ist eine weitere bekannte Generator-Motor-Kombination beschrieben, wobei ein eingangsseitiger Generator-Rotor und ein ausgangsseitiger Motor-Rotor innerhalb eines gemeinsamen Stators angeordnet sind. Der Motor-Rotor ist zudem innerhalb des Generator-Rotors angeordnet. Der Stator ist im Gegensatz zu der aus der Druckschrift DE 44 08 719 C1 bekannten Anordnung unbeweglich angeordnet, so daß der Generator-Rotor bzw. der Motor-Rotor stets mit derselben Statorhälfte zusammenwirkt. Bei dieser Generator-Motor-Kombination kommt es zwar auch zu einer Drehmomentübertragung von dem Generator-Rotor über den Stator auf den Motor-Rotor, wobei jedoch aufgrund der unbeweglichen Anordnung des Stators keine Einstellung des Übersetzungsverhältnisses möglich ist.

[0007] Schließlich wird in der US 5,495,131 A eine elektrische Maschine beschrieben, welche mehrere konzentrisch angeordnete Statoren umfaßt, die zwischen entsprechenden hohlzylindrischen Rotorabschnitten eines Rotors angeordnet sind. Jeder Stator weist mehrere Nuten auf, in denen die entsprechenden Statorwicklungen angeordnet sind. Gemäß dem in dieser Druckschrift konkret beschriebenen Ausführungsbeispiel umfaßt der Rotor zwei Rotorabschnitte, während drei konzentrisch angeordnete Statoren vorgesehen sind, so daß beidseitig von jedem Rotorabschnitt ein Stator angeordnet ist.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Generator-Motor-Kombination vorzuschlagen, bei der einerseits die zuvor anhand der Druckschrift DE 44 08 719 C1 beschriebenen Nachteile gemindert sind und zudem hinsichtlich der Nutzung der Generator-Motor-Kombination als Energie- und Drehmomentwandler insbesondere bei hybriden Antriebsstrukturen eine erhöhte Flexibilität gegeben ist.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Generator-Motor-Kombination mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Die Unteransprüche definieren bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

[0010] Die erfindungsgemäße Generator-Motor-Kombination umfaßt zwei separate Statoren mit vor-

zugsweise mehreren galvanisch voneinander getrennten Statorwicklungen, wobei der eine Stator innerhalb des Generator-Rotors und Motor-Rotors axial verschiebbar angeordnet ist, während der andere Stator außerhalb der beiden Rotoren axial verschiebbar angeordnet ist. Auf diese Weise wird eine Generator-Motor-Kombination mit einem doppelten Luftspalt gebildet, wobei mit Hilfe der beiden Statoren die an dem Generator-Rotor bzw. Motor-Rotor angebrachten Permanentmagnete doppelt genutzt werden können, da die wirksame Oberfläche der Permanentmagnete verdoppelt ist.

**[0011]** Dies hat zur Folge, daß die im Betrieb anfallenden ohmschen Verluste sowie weitere stromabhängige Verluste, wie z.B. die lastabhängigen Wirbelstromverluste, halbiert werden können. Gegenüber der eingangs beschriebenen herkömmlichen Maschine mit lediglich einem Luftspalt wird pro Nutfläche der beiden Statoren eine Verringerung der Verlustleistung auf ein Viertel erzielt, wodurch die Kühlungsproblematik vermindert ist. Gleichzeitig wird auch das Bauvolumen reduziert, während das Gewicht der Gesamtanordnung nicht überproportional zunimmt.

**[0012]** Die erfindungsgemäße Generator-Motor-Kombination kann bevorzugt als elektromagnetischer Drehmomentwandler in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden. Die beiden Statoren lassen sich vorzugsweise unabhängig voneinander axial verschieben, so daß durch geeignete Verschiebung der beiden Statoren mehrere unterschiedliche Hybrid-Betriebsarten möglich sind. Damit dabei der Rückschluß für den inneren Stator stets sichergestellt ist, können an den Stirnflächen der Generator-Motor-Kombination Rückschlußbringe vorgesehen werden, die zusammen mit dem äußeren Stator verschoben werden.

**[0013]** Das zuvor beschriebene Prinzip der Verwendung von einem inneren und einem äußeren Stator ist nicht auf den erfindungsgemäßen Einsatz in einer Generator-Motor-Kombination beschränkt, sondern kann allgemein auf alle Arten von möglichen elektrischen Maschinen mit mindestens einem Rotor übertragen werden.

**[0014]** Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Längsquerschnittsansicht einer Generator-Motor-Kombination gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine Schnittansicht entlang einer in Fig. 1 gezeigten Linie A-A', und

Fig. 3 die Anbindung der in Fig. 1 gezeigten Generator-Motor-Kombination an den Verbrennungsmotor und das Getriebe eines Kraftfahrzeugs, und

Fig. 4 eine mögliche Ausgestaltung für eine in Fig. 3 gezeigte steuerbare Schalteinheit.

**[0015]** Die in Fig. 1 gezeigte Generator-Motor-Kombination umfaßt eine Eingangswelle 1, die mit einer nicht gezeigten Antriebsmaschine, insbesondere einem Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs, verbunden ist. Diese Eingangswelle 1 trägt einen Generator-Rotor 2, der hohlzylindrisch ausgestaltet ist und mehrere mit wechselnder Polarität entlang seines Umfangs verteilte Permanentmagnete 3 aufweist. Auf der gegenüberliegenden Seite ist eine Ausgangswelle 4 vorgesehen, die mit einem hohlzylindrischen (Elektro)Motor-Rotor 5 verbunden ist. Auch der Motor-Rotor 5 trägt mehrere entlang seines Umfangs verteilte Permanentmagnete 6 mit wechselnder Polarität.

**[0016]** Im Innenraum der beiden axial nebeneinander angeordneten Rotoren 2 und 5 ist ein hohlzylindrischer Stator 8 angeordnet, der an Stangen 10 axial, d.h. in Längsrichtung der Maschine, verschiebbar gelagert ist. Darüber hinaus ist ein weiterer hohlzylindrischer Stator 7 vorgesehen, der die beiden Rotoren 2 und 5 umgibt, so daß die Rotoren 2 und 5 sowie der erstgenannte Stator 8 im hohlzylindrischen Innenraum des äußeren Stators 7 angeordnet sind. Auch der äußere Stator 7 ist an entsprechenden Stangen 9 axial verschiebbar gelagert.

**[0017]** Die beiden Statoren 7 und 8 tragen jeweils vorzugsweise mehrere Teilwicklungen (typischerweise zwischen drei und fünf Teilwicklungen pro Stator), die vollkommen voneinander galvanisch getrennt sein können. In Fig. 2 ist ein Axialschnitt entlang einer in Fig. 1 gezeigten Schnittlinie A-A' dargestellt, woraus ersichtlich ist, daß die einzelnen Statorwicklungen 13 der beiden Statoren 7 und 8 in gegenüberliegenden Nuten 21 angeordnet sind, so daß zwischen den Permanentmagneten des entsprechenden Rotors (im vorliegenden Fall den Permanentmagneten 6 des Motor-Rotors 5) jeweils ein Luftspalt zwischen den Statorwicklungen 13 des äußeren Stators 7 und den Statorwicklungen des inneren Stators 8 vorhanden ist. Die Winkelposition der sich gegenüberliegenden Nuten 21 der beiden Statoren 7 und 8 sollte derart gewählt werden, daß sich im Betrieb minimale Rastmomente einstellen. Die Rastmomente sind von der jeweiligen Ausgestaltung der Maschine abhängig, wobei die bestmöglichen Stellungen der Nuten zueinander durch geeignete Feldberechnungsprogramme ermittelt werden können. Da sich bei minimalen Rastmomenten auch die magnetische Leitfähigkeit über den Drehwinkel nur minimal ändert, ergibt sich eine minimale Wechseldurchflutung und somit minimale Hyster- und Wirbelstromverluste.

**[0018]** Das mit einer herkömmlichen Generator-Motor-Einheit mit lediglich einem Stator erzielbare Drehmoment  $M$  berechnet sich wie folgt aus dem Strombelag  $A$ , der Flußdichte  $B$ , der Leitungslänge  $l$  der Statorwicklung und dem Radius  $r$  des zwischen dem Stator und den Rotoren gebildeten Luftspalts:

$$M = I \cdot r^2 \cdot \int_0^{2\pi} B(x) A(x) dx$$

[0019] Bei der erfindungsgemäßen Generator-Motor-Maschine, bei der ein doppelter Luftspalt zwischen den Rotoren 2, 5 und den Statoren 7 und 8 gebildet ist, berechnet sich das Drehmoment  $M_d$  folgendermaßen:

$$M_d = I \cdot r^2 \cdot \int_0^{2\pi} 2 B_d(x) A_d(x) dx$$

[0020] In der obigen Formel bezeichnet der Index "d" jeweils die Werte des Drehmoments, des magnetischen Flusses bzw. des Strombelags für den Fall der erfindungsgemäßen Verwendung zweier Statoren. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich die Luftspaltinduktion geringfügig verringert (beispielsweise von 0,85T auf 0,8T).

[0021] Um bei Vorsehen der beiden Statoren 7 und 8 dasselbe Drehmoment wie bei der herkömmlichen Anordnung mit lediglich einem Stator zu erhalten, d.h. um  $M = M_d$  zu erzielen, kann von  $A_d(x) \approx 0,5 A(x)$  ausgegangen werden, d.h. der Strombelag wird bei Anwendung des erfindungsgemäßen Prinzips halbiert.

[0022] Die ohmsche Verlustleistung  $P$  berechnet sich aus dem Stromfluß  $I$  und dem Widerstand der Statorwicklung allgemein wie folgt:

$$P = I^2 \cdot R$$

[0023] Werden die beiden Statoren 7 und 8 verwendet, verdoppelt sich zwar der Gesamtwiderstand der Statorwicklungen. Da jedoch der um die Hälfte reduzierte Strom quadratisch in die Verlustleistung eingeht, kann insgesamt eine Halbierung der ohmschen Verlustleistung erzielt werden:

$$P_d = (0,5 \cdot I)^2 \cdot 2 \cdot R = 0,5 \cdot P$$

[0024] Durch die reduzierte Verlustleistung ist auch die Kühlungsproblematik entschärft. Zur Kühlung der Statoren 7 und 8 bzw. der gesamten Generator-Motor-Kombination kann daher beispielsweise eine Flüssigkeitskühlung genügen.

[0025] Die weiteren stromabhängigen Verluste, wie beispielsweise die lastabhängigen Wirbelstromverluste, werden ebenfalls verringert.

[0026] Die beiden Statoren 7 und 8 lassen sich vorzugsweise unabhängig voneinander axial verschieben. Damit der Rückschluß für den inneren Stator 8 auch dann gewahrt bleibt, wenn der äußere Stator 7 eine andere axiale Position wie der innere Stator 8 einnimmt,

sind an den Stirnflächen der Generator-Motor-Kombination bzw. der beiden Rotoren 2 und 5 RückschlußBringe 11 und 12 angeordnet, die zusammen mit dem äußeren Stator 7 axial verschoben werden können.

5 [0027] Durch die axiale Verschiebbarkeit der beiden Statoren 7 und 8 wird bewirkt, daß die für den Generator-Rotor 2 bzw. Motor-Rotor 5 wirksame Leiterlänge der entsprechenden Statorwicklungen 13 variiert werden kann. Auf dieser Variation der wirksamen Leiterlänge in den Magnetfelder des Generator-Rotors 2 bzw. Motor-Rotors 5 beruht die Steuer- bzw. Regelbarkeit der Drehzahl- und Drehmomentübersetzung der dargestellten Maschine. Die mit den Permanentmagneten 3 bzw. 6 bestückten Rotoren 2 bzw. 5 wirken auf die Statorwicklungen 13 der beiden Statoren 7 und 8. Durch die Drehung des Generator-Rotors 2 wird eine Änderung des magnetischen Flusses hervorgerufen, die in den einzelnen Statorwicklungen 13 eine elektromotorische Kraft induziert, wodurch es zu einem entsprechenden elektrischen Stromfluß kommt. Dieser Stromfluß bremsen den Generator-Rotor 2 ab und treibt gleichzeitig den Motor-Rotor 5 an. Die durch die daraus resultierende Drehung des Motor-Rotors 5 wiederum hervorgerufene Flußänderung induziert in den Statorwicklungen 13 eine elektromotorische Gegenkraft. Da die für den Generator-Rotor 2 bzw. Motor-Rotor 5 wirksame Länge der Statorwicklungen 13 jeweils aufgeteilt werden kann, ergibt sich eine kontinuierliche Drehmomentwandlung. Dies soll nachfolgend näher anhand Fig. 3 erläutert werden.

20 [0028] In Fig. 3 ist der Antriebsstrang für einen Hybrid-Antrieb dargestellt, wobei die Eingangswelle der Generator-Motor-Kombination von einem Verbrennungsmotor 14 angetrieben wird, während die Ausgangswelle 4 über ein Getriebe 15 mit dem Fahrwerk 16 eines Kraftfahrzeugs zum Antrieb der Fahrzeugräder gekoppelt ist.

35 [0029] Wie bereits erwähnt worden ist, wird in den Statoren 7 und 8 eine Spannung induziert, falls der Generator-Rotor 2 von dem Verbrennungsmotor 14 angetrieben wird. Der daraus resultierende Stromfluß in den entsprechenden Statorwicklungen hat eine auf den Motor-Rotor 5 wirkende Kraft zur Folge, welche dieselbe Richtung wie die Drehbewegung des Generator-Rotors 2 besitzt, falls den Permanentmagneten des Generator-Rotors 2 die Permanentmagnete des Motor-Rotors 5 mit jeweils entgegengesetzter Polarität gegenüberliegen. Stehen sich jeweils zwei Permanentmagnete gleicher Polarität gegenüber, wirkt die auf den Motor-Rotor 5 übertragene Kraft in entgegengesetzter Richtung zu der Drehrichtung des Generator-Rotors 2.

50 [0030] Da die Permanentmagnete auf den beiden Rotoren 2 und 5 jeweils mit abwechselnder Polarität angeordnet sind, wirkt bei der Drehung des Generator-Rotors eine Kraft mit ständig wechselndem Vorzeichen auf den Motor-Rotor, falls die einzelnen Statorwicklungen dauerhaft kurzgeschlossen sind. Es kommt daher auch bei abtriebsseitigem Leerlauf keine Drehbewegung zustande. Daher sind für die Statoren 7 und 8 Schalteinheiten 17 bzw. 18 erforderlich, die für die jeweils ge-

wünschte "richtige" Stellung der Permanentmagnete einen Stromfluß über die entsprechenden Statorwicklungen ermöglichen und für die unerwünschte "falsche" Stellung der Permanentmagnete einen Stromfluß unterbinden. Welche Stellung der Permanentmagnete "richtig" oder "falsch" ist, hängt wie beschrieben von der gewünschten Antriebsrichtung des Motor-Rotors 5 ab. Wird beispielsweise ein Antrieb des Motor-Rotors 5 in dieselbe Richtung wie die Drehrichtung des Generator-Rotors 2 gewünscht, wird mit Hilfe der Schalteinheiten 17 bzw. 18 ein Stromfluß immer dann unterbrochen, wenn sich Permanentmagnete mit identischer Polarität gegenüberstehen. Die Ansteuerung der Schalteinheiten 17 und 18 erfolgt durch eine Steuereinheit 19, der die augenblickliche Stellung der Permanentmagnete auf dem Generator-Rotor 2 und dem Motor-Rotor 5 beispielsweise von (nicht gezeigten) Magnetsensoren mitgeteilt wird. Die Steuereinheit 19 kann die Schalteinheiten 17 und 18 so ansteuern, daß neben der reinen Drehrichtungssteuerung des Motor-Rotors 5 auch ein sogenannter Vier-Quadranten-Betrieb, d.h. sowohl positive als auch negative Drehzahlen und Drehmomente, des Generator-Rotors 2 und des Motor-Rotors 5 ermöglicht wird. Die Steuerung 19 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel darüber hinaus auch zur axialen Verschiebung des inneren Stators 8 und des äußeren Stators 7 vorgesehen. Zur Energiespeicherung ist ein Energiespeicher 20, beispielsweise die Fahrzeugbatterie, vorgesehen.

**[0031]** In Fig. 4 ist eine mögliche Realisierung der Schalteinheiten 17 und 18 dargestellt. Die Schalteinheit ist in Form einer mit einer Kapazität 22 verschalteten Brückenschaltung mit vier elektronischen Leistungsschaltern ausgestaltet, wobei in der Diagonalen dieser Brückenschaltung die entsprechende Statorwicklung 13 angeordnet ist. Für jede Statorwicklung 13 ist eine derartige Brückenschaltung erforderlich, so daß insgesamt sechs Brückenschaltungen vorgesehen werden müssen, wenn der innere Stator 8 und der äußere Stator 7 beispielsweise jeweils drei Statorwicklungen 13 tragen. Der Energiespeicher 20 ist vorzugsweise wie in Fig. 4 gezeigt mit der Brückenschaltung zu verbinden.

**[0032]** Wie in Fig. 3 und Fig. 4 gezeigt ist, sind die einzelnen Statorwicklungen 13 des inneren und äußeren Stators 7 und 8 mit dem Energiespeicher 20, so daß bei Induktion einer elektrischen Spannung in den einzelnen Statorwicklungen 13 während des Betriebs die entsprechende elektrische Energie gespeichert werden kann (Generatorbetrieb). Des weiteren kann mit Hilfe des Energiespeichers 20 den Statorwicklungen auch gespeicherte Energie zugeführt werden, um die Rotoren in Drehung zu versetzen (Motorbetrieb). Die Betriebsarten Generator- bzw. Motorbetrieb werden in der Steuereinheit 19 durch entsprechende Zuordnung der Pollagen der Rotoren 2 und 5 zu den Einschaltsignalen der Leistungstransistoren der Schalteinheiten 17 und 18 vorgegeben.

**[0033]** Es ist möglich, unterschiedliche Betriebsarten

der Statoren 7 und 8 vorzusehen. Der in Fig. 3 gezeigte hybride Antriebsstrang kann grundsätzlich für verschiedene Aufgaben eingesetzt werden: (1) Energiesparbetriebsarten durch Vermeidung von Teillastbetriebsweisen des Verbrennungsmotors 14 und Nutzbremmung, (2) reiner Elektrofahrbetrieb und (3) emissionsarmer Betrieb des Verbrennungsmotors 14 durch Vermeidung von Drehzahl- und Lastsprüngen sowie Leerlaufzeiten des Verbrennungsmotors 14, Schwungnutzautomatik.

**[0034]** Durch eine geeignete und voneinander unabhängige axiale Verschiebung der beiden Statoren 7 und 8 können die folgenden unterschiedlichen Betriebsarten des Hybrid-Antriebs realisiert werden, wobei die axiale Länge der beiden Statoren 7 und 8 unterschiedlich sein kann, um einen weiteren Freiheitsgrad zu erhalten und die Flexibilität weiter zu steigern.

**[0035]** Wird der äußere Stator 7 gegenüber dem inneren Stator 8 zu dem Verbrennungsmotor 14 bzw. dem Generator-Rotor 2 hin verschoben, wird im Generatorbetrieb ein zusätzliches Lastmoment für den Verbrennungsmotor 14 aufgebracht. Diese Betriebsart ist insbesondere dann sinnvoll, wenn der Verbrennungsmotor 14 ohne zusätzliche Lastaufschaltung relativ stark in einem Teillastbetrieb betrieben werden würde. Die Energie der Lastaufschaltung wird in dem Energiespeicher 20 zwischengespeichert. Die Lastaufschaltung kann beispielsweise auch dazu genutzt werden, die Drehzahl des Verbrennungsmotors 14 bei Lastwechseln schlagartig zu reduzieren, um z.B. Emissionen und einen Leerlauf-Kraftstoffverbrauch zu vermeiden. Im Motorbetrieb ist diese Betriebsart sinnvoll, um die Drehzahl des Verbrennungsmotors schlagartig zu erhöhen oder den Verbrennungsmotor anzulassen bzw. zu starten.

**[0036]** Wird der äußere Stator 7 gegenüber dem inneren Stator 8 zur Abtriebsseite bzw. dem Motor-Rotor 2 hin verschoben, hat dies im Generatorbetrieb eine Nutzbremmung zur Folge. Im Motorbetrieb kann hingegen eine Verstärkung des abtriebsseitigen Drehmoments erzielt werden, so daß die Maschine als "Antriebsbuster" wirkt. In Beschleunigungsphasen kann somit dem mit Hilfe des Verbrennungsmotors 14 aufgebrachten Antriebsdrehmoment ein zusätzliches Drehmoment hinzuaddiert werden.

**[0037]** In einer weiteren Betriebsart werden die beiden Statoren 7 und 8 zueinander synchron verschoben, so daß die Gesamtanordnung analog zu der aus der Druckschrift DE 44 08 719 C1 bekannten Anordnung im Generatorbetrieb als elektromagnetisches Getriebe und im Motorbetrieb als Anlasser für den Verbrennungsmotor 14 wirkt. Werden die beiden Statoren 7 und 8 zu dem Motor-Rotor 5 hin verschoben, wird eine Erhöhung des abtriebsseitigen Drehmoments erzielt, wobei die Abtriebsdrehzahl zurückgeht. Werden die beiden Statoren 7 und 8 hingegen zu dem Generator-Rotor 2 hin verschoben, wird eine Reduzierung des abtriebsseitigen Drehmoments erzielt, und die Abtriebsdrehzahl nimmt zu. Befinden sich beide Statoren 7 und 8 nahezu vollständig im Bereich des Motor-Rotors 5, erfolgt im Mo-

torbetrieb, d.h. bei Speisung der beiden Statoren 7 und 8 mit elektrischer Energie aus dem Energiespeicher 20, ein reiner Elektrofahrbetrieb. Werden die beiden Statoren 7 und 8 hingegen nahezu vollständig in den Bereich des Generator-Rotors 2 verschoben, läuft die Maschine im Leerlauf und dient als Schwungnutzautomatik. Diese Stellung ist im Motorbetrieb die Start- oder Anlass-Stellung des Verbrennungsmotors 14.

## BEZUGSZEICHENLISTE

[0038]

- |    |                         |
|----|-------------------------|
| 1  | Antriebswelle           |
| 2  | Generator-Rotor         |
| 3  | Permanentmagnet         |
| 4  | Abtriebswelle           |
| 5  | Elektromotor-Rotor      |
| 6  | Permanentmagnet         |
| 7  | Äußerer Stator          |
| 8  | Innerer Stator          |
| 9  | Äußere Verschiebestange |
| 10 | Innere Verschiebestange |
| 11 | Rückschlußring          |
| 12 | Rückschlußring          |
| 13 | Statorwicklung          |
| 14 | Verbrennungsmotor       |
| 15 | Getriebe                |
| 16 | Fahrwerk                |
| 17 | Schalteinheit           |
| 18 | Schalteinheit           |
| 19 | Steuereinheit           |
| 20 | Batterie                |
| 21 | Nut                     |
| 22 | Kapazität               |

## Patentansprüche

### 1. Generator-Motor-Kombination,

mit einem an einer Eingangswelle (1) befestigten Generator-Rotor (2), wobei an dem Generator-Rotor (2) Generator-Permanentmagnete (3) angebracht sind,  
mit einem an einer Ausgangswelle (4) befestigten Motor-Rotor (5), wobei an dem Motor-Rotor (5) Motor-Permanentmagnete (6) angebracht sind, und  
mit einem ersten Stator (8) mit mindestens einer Statorwicklung (13), wobei der erste Stator (8) innerhalb des Generator-Rotors (2) und Motor-Rotors (5) axial verschiebbar angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein zweiter Stator (7) mit mindestens einer Statorwicklung (13) außerhalb des Generator-Rotors (2) und Motor-Rotors (5) axial verschiebbar angeordnet ist.

2. Generator-Motor-Kombination nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Stator (8) und der zweite Stator (7) unabhängig voneinander axial verschiebbar gelagert sind.

3. Generator-Motor-Kombination nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Stator (7) und der zweite Stator (8) jeweils mehrere Statorwicklungen (13) trägt, die voneinander galvanisch getrennt sind.

4. Generator-Motor-Kombination nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Stator (7) und der zweite Stator (8) jeweils drei bis fünf Statorwicklungen (13) trägt, die voneinander galvanisch getrennt sind.

5. Generator-Motor-Kombination nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Statorwicklungen (13) des ersten Stators (8) in an der Außenseite des ersten Stators (8) ausgebildeten Nuten (21) angeordnet sind, und daß die Statorwicklungen (13) des zweiten Stators (7) in an der Innenseite des zweiten Stators (7) ausgebildeten Nuten (21) angeordnet sind, so daß die Nuten (21) des ersten Stators (8) gegenüberliegend zu den Nuten (21) des zweiten Stators (7) angeordnet sind, wobei die Nuten (21) des ersten Stators (7) derart versetzt zu den Nuten des zweiten Stators (8) angeordnet sind, daß ein minimales Rastmoment auftritt.

6. Generator-Motor-Kombination nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den beiden Stirnseiten der Generator-Motor-Kombination außerhalb des Generator-Rotors (2) und des Motor-Rotors (5) Rückschlußringe (11,12) angeordnet sind, welche zusammen mit dem zweiten Stator (7) axial verschiebbar sind.

7. Generator-Motor-Kombination nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Flüssigkeitskühlmittel zum Kühlen der Generator-Motor-Kombination vorgesehen sind.

8. Generator-Motor-Kombination nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Generator-Rotor (2) und der Motor-Rotor (5) sowie der erste Stator (8) und der zweite Stator (7) jeweils hohlzylindrisch ausgestaltet sind, wobei der Generator-Rotor (2) und der Motor-Rotor (5) in axialer Richtung nebeneinander angeordnet sind.

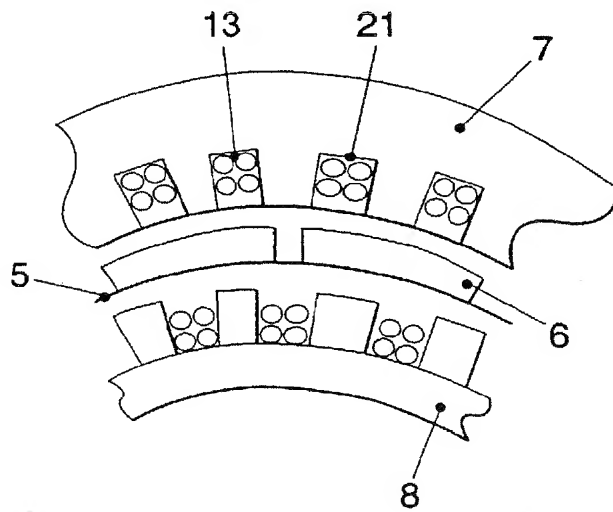
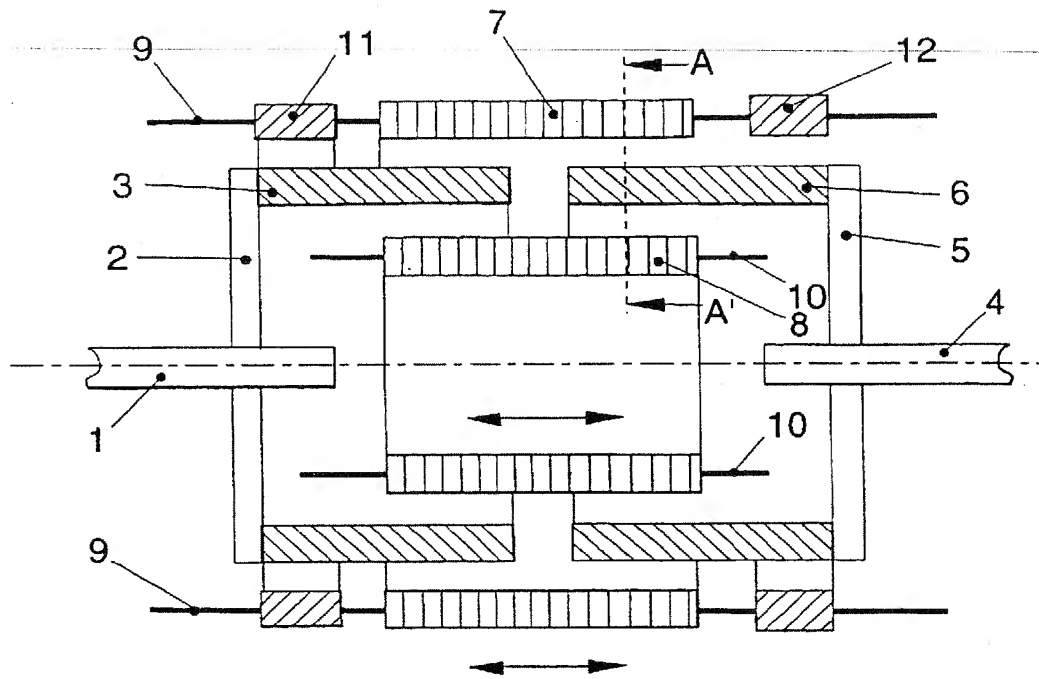
9. Generator-Motor-Kombination nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Generator-Permanentmagnete (3) und die Motor-Permanentmagnete (6) mit jeweils wech-



seiner Polarität an dem Generator-Rotor (2) bzw. Motor-Rotor (5) angebracht sind,

einer vierten Betriebsart sowohl der erste Stator (8) als auch der zweite Stator (7) zu dem Generator-Rotor (2) hin verschoben wird.

- daß erste Schaltmittel (18) zum Schalten der mindestens einen Statorwicklung (13) des ersten Stators (8) und zweite Schaltmittel (17) zum Schalten der mindestens einen Statorwicklung (13) des zweiten Stators (7) vorgesehen sind, und  
 daß Steuermittel (19) vorgesehen sind, um die ersten und zweiten Schaltmittel (17,18) abhängig von der relativen Stellung der Generator-Permanentmagnete (3) und der Motor-Permanentmagnete (6) anzusteuern.
10. Generator-Motor-Kombination nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten und zweiten Schaltmittel (17,18) für jede Statorwicklung (13) des ersten Stators (8) bzw. zweiten Stators (7) jeweils eine Brückenschaltung mit steuerbaren Schaltern umfassen, in deren Brückendiagonale die jeweilige Statorwicklung (13) angeordnet ist.
11. Verwendung einer Generator-Motor-Kombination nach einem der vorhergehenden Ansprüche als elektromagnetischer Drehmoment-Wandler, wobei durch axiales Verschieben des ersten Stators (8) und/oder des zweiten Stators (7) das auf die Ausgangswelle (4) übertragene Drehmoment eingestellt wird.
12. Verwendung einer Generator-Motor-Kombination nach Anspruch 9 oder 10 in Übereinstimmung mit Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß entweder (a) gleichzeitig das Eingangs-Drehmoment und das Ausgangs-Drehmoment oder (b) das Eingangs-Drehmoment oder das Ausgangs-Drehmoment der Generator-Motor-Kombination durch axiales Verschieben des ersten Stators (8) und/oder des zweiten Stators (7) und/oder durch Steuerung des Leistungsflusses durch die ersten Schaltmittel (17) und/oder zweiten Schaltmittel (18) eingestellt wird.
13. Verwendung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Generator-Motor-Kombination in einem hybriden Antriebsstrang verwendet wird.
14. Verwendung nach einem der Ansprüche 11-13, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer ersten Betriebsart der zweite Stator (7) gegenüber dem ersten Stator (7) zu dem Generator-Rotor (2) hin verschoben wird, während in einer zweiten Betriebsart der zweite Stator (7) gegenüber dem ersten Stator (8) zu dem Motor-Rotor (5) hin, in einer dritten Betriebsart sowohl der erste Stator (8) als und der zweite Stator (7) zu dem Motor-Rotor (5) hin und in



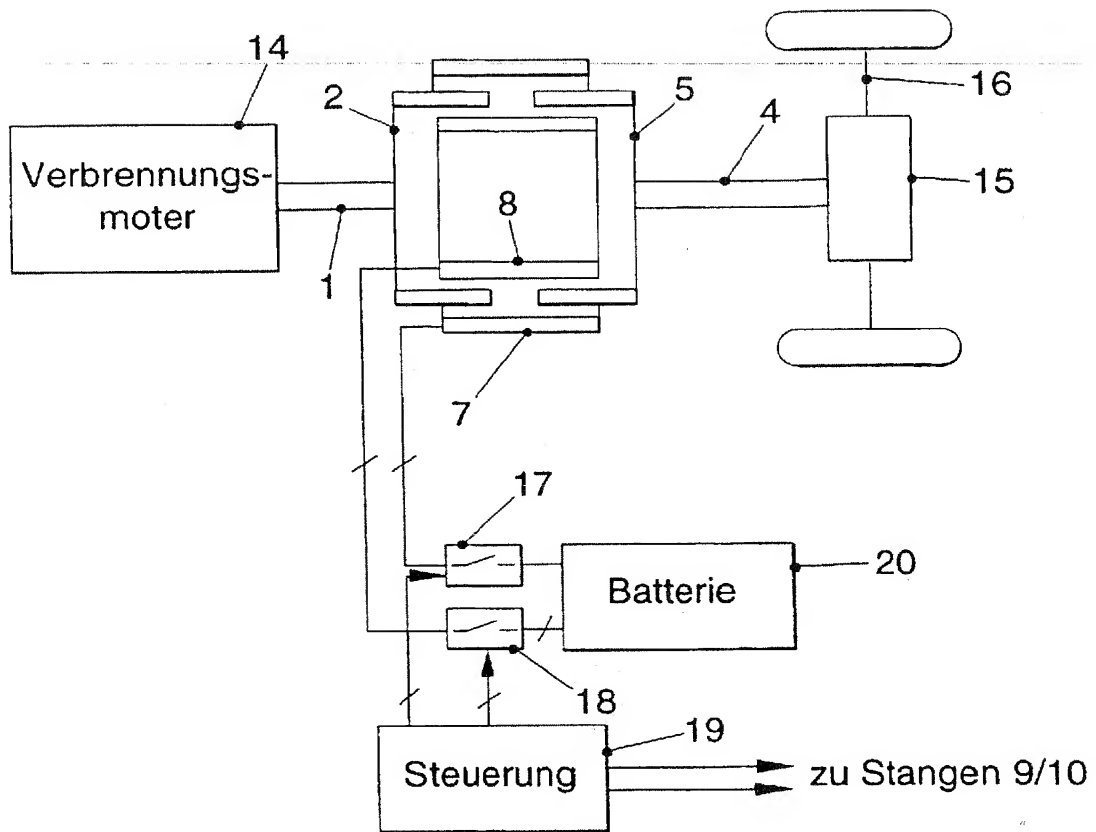


FIG. 3

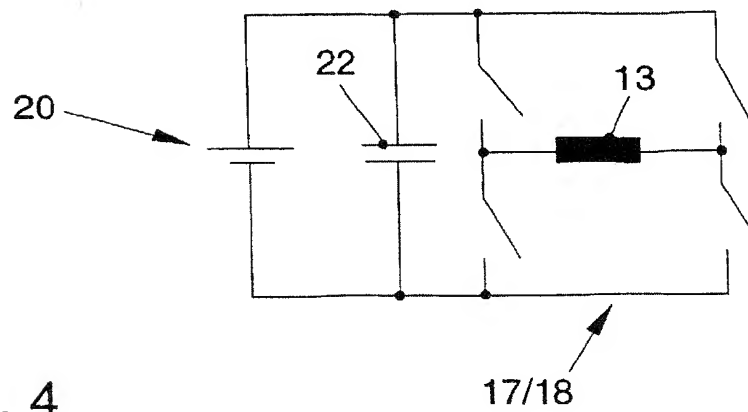


FIG. 4



(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 111 762 A3**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:  
04.06.2003 Patentblatt 2003/23

(51) Int Cl.7: **H02K 51/00**, H02K 16/00,  
B60K 6/04

(43) Veröffentlichungstag A2:  
27.06.2001 Patentblatt 2001/26

(21) Anmeldenummer: 00123471.5

(22) Anmeldetag: 07.11.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft**  
38436 Wolfsburg (DE)

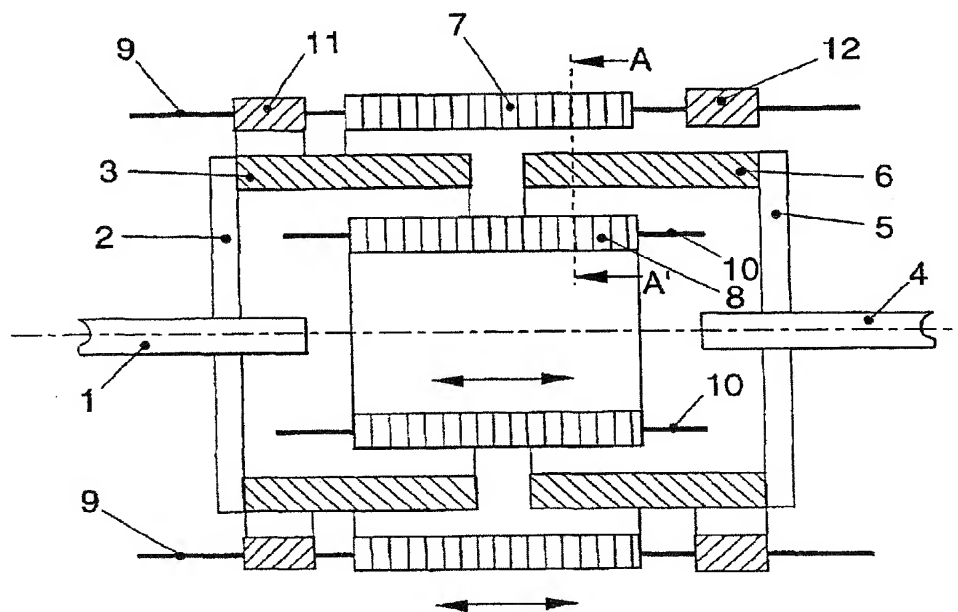
(72) Erfinder: **Warmers, Heinrich, Dr.-Ing.**  
28844 Weyhe (DE)

(30) Priorität: 14.12.1999 DE 19960168

**(54) Generator-Motor-Kombination**

(57) Eine insbesondere als elektromagnetischer Drehmomentwandler im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs nutzbare Generator-Motor-Kombination umfaßt einen an einer Eingangswelle (1) befestigten Generator-Rotor (2) und einen an einer Ausgangswelle (4) befestigten Motor-Rotor (5). Innerhalb und außerhalb der beiden Rotoren (2,5) sind zwei Statorn (7,8) angeordnet,

wodurch die Permanentmagnete (3,6) der Rotoren (2,5) doppelt genutzt werden, so daß die Verlustleistung reduziert werden kann. Beide Statorn (7,8) sind unabhängig voneinander axial verschiebbar, so daß durch entsprechendes Verschieben der Statorn (7,8) unterschiedliche Betriebsarten des Drehmomentwandlers eingestellt werden können.

**FIG. 1**



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 00 12 3471

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A,D	DE 44 08 719 C (VOLKSWAGENWERK AG) 6. Juli 1995 (1995-07-06) * Spalte 3, Zeile 24 - Spalte 6, Zeile 9; Abbildungen 1-8 *	1-14	H02K51/00 H02K16/00 B60K6/04
A	DE 197 54 264 A (INGELHEIM PETER GRAF VON) 10. Juni 1999 (1999-06-10) * Seite 7, Zeile 52 - Seite 7, Zeile 57; Abbildungen 1-3 *	1-14	
A	DE 197 04 271 A (SCHMID EGON) 6. August 1998 (1998-08-06) * Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 2, Zeile 64; Abbildungen 1,2 *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H02K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>26. März 2003</b>	Prüfer <b>Kugler, D</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : Älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 12 3471

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-03-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4408719 C	06-07-1995	DE 4408719 C1	06-07-1995
		CN 1111849 A ,B	15-11-1995
		GB 2287585 A ,B	20-09-1995
		JP 8037762 A	06-02-1996
		US 5675203 A	07-10-1997
DE 19754264 A	10-06-1999	DE 19754264 A1	10-06-1999
DE 19704271 A	06-08-1998	DE 19704271 A1	06-08-1998

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

